

拡大する世界の水ビジネスとその課題

高多 理吉 Masayoshi Takata

(一財)国際貿易投資研究所 客員研究員

富士インターナショナルアカデミー 学院長

要約

※水ビジネスは非常に注目されている分野であるが、「水ビジネスの定義」は諸文献でも明らかにされていない。本稿では、「水ビジネスの定義」を①上水、②造水、③工業用水・工業下水、④再生利用水、⑤下水、⑥農業用水、の6分野に関連した分野のビジネスを水ビジネスの定義とするのが妥当とする。

※水ビジネスは、2025年には111兆円の巨大な市場規模と予測される。

※アジアの水道普及率を見ると2分化の傾向がみられるが、全体的には市場の潜在性は非常に大きい。

※下水処理水の再利用水は日本も含め世界全体で低く、再利用水の必要性の認識が高まっている。

※再利用水の先進的事例として、シンガポールを取り上げている。

※海水淡水化は、造水分野で最も注目される分野とあってよい。本稿では、福岡市にある日本最大の海水淡水化センターを事例として取り上げる。

※世界では、水事業の民営化が主流となっている。当然、水メジャーはじめ民間企業の参加が必要となってくるが、貧困層、貧困地域への安全な水の提供が担保される世界的な枠組みが作られること、これが今後の大きな課題である。

水ビジネスの定義

水ビジネスの定義を述べる前に、まず、環境ビジネスの定義から見ていきたい。「環境ビジネスの定義」はOECD（経済開発協力機構）の「環境産業の分類」（“The Environmental Goods & Services Industry”、1999）において、『水、大気、土壌等の環境に与える悪影響』と『廃棄物、騒音、エコ・システムに関連する問題』を計測し、予防し、削減し、最小化し、改善する製品やサービスを提供する活動」との定義が明らかにされた。

具体的には、上記の定義に従って、100 数十項目の細かな分野が記されているが、水ビジネスもその分類の中（排水処理、土壌・水質浄化、再生水製造、水供給等に係わる資材の製造、建設及び機器の据え付け等の20 数項目が明記）に含まれている。環境省は環境ビジネスの定義として上記のOECDの定義を踏襲している（環境省ホームページ）。

今のところ、内外の公的機関による「水ビジネス」の定義は明確ではないが、経済産業省が事務局となって水ビジネスを検討してきた「水ビ

ジネス国際展開研究会」が2010年4月に発表した『水ビジネスの国際展開に向けた課題と具体的方策』が水ビジネスの分野を「①上水、②造水、③工業用水・工業下水、④再利用水、⑤下水、⑥農業用水」の6分野に分類しているが、水ビジネスの全体を網羅している。

ところで、この上記6分野と、OECD環境ビジネスの中に含まれる「水ビジネス」を比べてみると、OECD分類には、今後の大きな成長分野とみられている造水分野（主として海水淡水化）が含まれていないことが注目される。

筆者は、その背景は2点あると推測している。

第1点は、1990年代では淡水の絶対的不足に対する危機感を今世紀ほど世界が共有していなかったことがあげられるだろう。

今世紀になって強まった危機感の表明のひとつとして、「世界の淡水が目に見えて不足してきた。私たち人類は、この生命の泉を汚染するだけではすまず、枯渇させようとしている。」（モード・バーロウ、トニー・クラーク、2002）をあげることで

きる。

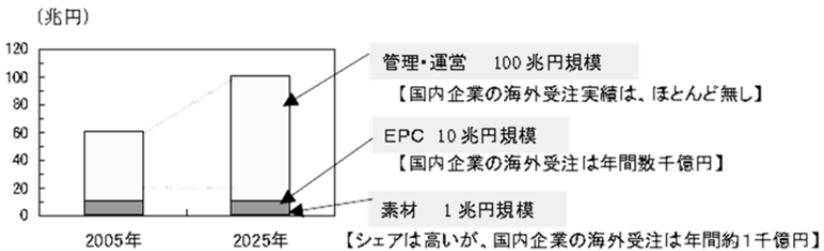
第2点は、海水淡水化技術ことに逆浸透膜 (RO) の技術的發展により、海水淡水化が 2000 年代に入ってから急増 (図 4 参照) したことがあげられよう。

以上から、水ビジネスの定義については、OECD による環境ビジネスの中で挙げられてきた水ビジネスに、造水を加えた上記の「水ビジネス国際展開研究会」による 6 分野に関連したビジネスをもって、水ビジネスの定義とすることが妥当であろう。

2. 拡大する世界の水ビジネス市場

産業界が主体となり、官・学界との連携のもとに、産業競争力懇談会 (COCN)^(注1)が討議を重ね報告書を公表しているが、水資源プロジェクト推進メンバーが 2007 年度推進テーマ報告として公表した『水処理と水資源の有効活用技術』[副題: 急拡大する世界水ビジネス市場へのアプローチ] 2008 年 3 月において、世界の水ビジネス市場は、2005 年の 60 兆円から 2025 年には 111 兆円のビジネス規模となると推定している。

図 1 世界水ビジネスの規模



(出所) 『水処理と水資源の有効活用技術』産業競争力懇談会報告書、2008 年 3 月、pp.2, (株) 東レ推定による図を転載

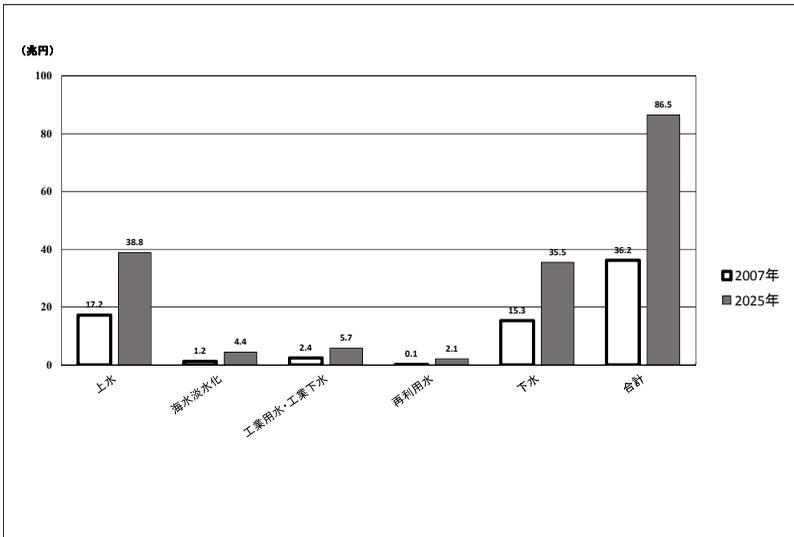
また、『水ビジネスの国際的展開に向けた課題と具体的方策』水ビジネス国際展開研究会：2010年4月は、「世界水ビジネス市場の事業分野別・業務分野別成長見通し」において、2025年の見通しとして、86.5兆円（2007年36.2兆円、以下のカッコ内はいずれも2007年数字）と2.4倍（2007年比）の成長を見込んでいる。

これを、農業用水を除く分野別で見ると上水分野38.8兆円（17.2兆円）、海水淡水化4.4兆円（1.2兆円）、工業用水・工業下水5.7兆円（2.4兆円）、再利用水2.1兆円（0.1兆円）、下水35.5兆円（15.3兆円）と推定している。

これによると、規模では、通常の上下水道分野が74.3兆円と圧倒的に大きな部分を占めるが、伸び率では、再利用水（21倍）、海水淡水化（3.7倍）が、大きな伸びを見込める分野である。

下記に、上記分野のうち、上水と海水淡水化の分野を取り上げ、市場の将来性、課題を述べてみたい。

図2 世界水ビジネス市場の事業分野成長見通し



(出所) 『水ビジネスの国際的展開に向けた課題と具体的方策』、水ビジネス国際展開研究会、平成22年4月、pp.6の表をもとに筆者が作成。※上記事業分野には、農業用水は含まれていない。

3. 上水道分野（アジア）の実情

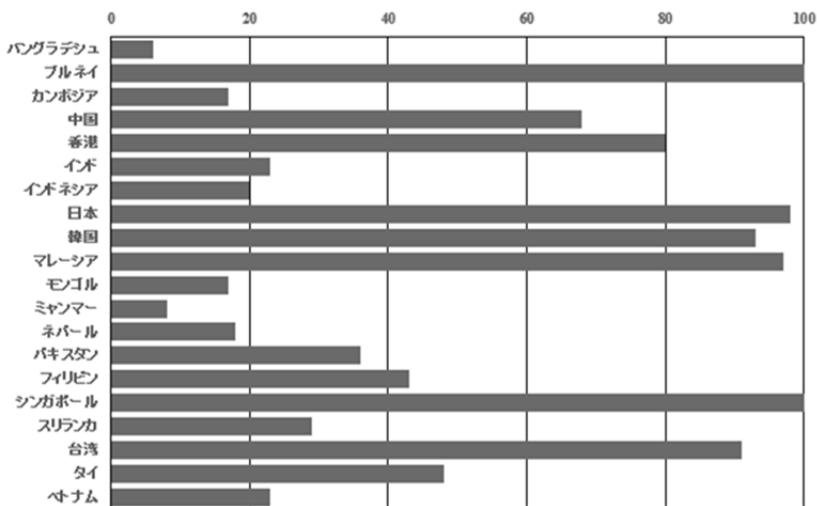
図2でも明らかなように、水ビジネスのうち最も大きな部分を占める分野は上水道（水道）分野である。

アジアの状況を見ると、アジア開発銀行（ADB）の報告データをもと

に筆者が作成したものが、図3であるが、アジアにおける水道普及率はシンガポール、ブルネイのように一人当たりGDPが非常に高く、国土の狭い国家は100%に達している、これに、日本(98%)、マレーシア(97%)、韓国(93%)が続いている。

図3 アジア諸国・地域の世帯への水道普及率

(%)



出所：『Asian Water Development Outlook 2013』ADB（アジア開発銀行）、Appendix 2：Key Dimension1, 96pp.より筆者作成。各国の調査年月日は不明。

もっとも遅れているのは、バングラデシュ（6%）、続いて、ミャンマー（8%）、カンボジア、モンゴル（17%）、ネパール（18%）が際立っている。中国は68%に達しているが、大都市部以外での普及率の遅れが大きく、市場としては巨大であるため、今後もビジネス市場としては大きな可能性を持っている。

国土・人口に比例して、水道化率が低いのは、インドネシア（20%）、インド、ベトナム（23%）、パキスタン（36%）で、これら諸国では上水道設備の充実が急がれている。

この傾向はアジア以外の他地域でも同様であり、上水道ビジネスの本格的な幕開けはこれからといってもよい。さらに、既存の老朽化した水道施設、配水管などのリニューアル・施設管理等などを加えれば、上水道関連ビジネス市場の将来性は非常に大きい。

上水道の課題として、漏水率の問題がよく指摘される。海外の都市部における漏水率（2008年）は、メキシコシティ 35.0%、ロンドン 26.5%、イスタンブール 25.2%、カイロ 20.0%といずれも高い。低い都市と

しては、モスクワ 9.9%、ベルリン 5.0%^(注2)である。これに比べ、日本の大都市の漏水率は、1位の福岡 2.6%を筆頭に、名古屋 2.7%、東京 2.8%、札幌 3.0%、であるが、その他都市のトップクラスは、天理市、所沢市、長浜水道企業団（滋賀県長浜市・米原市）がいずれも 0.1%と驚異的な漏水率の低さで、世界的に見て日本が際立って低い^(注3)のが特徴である。

これは、日本の水道技術の高さを表す数字としてよく挙げられるが、水圧の適切管理、配水管の修繕管理、配水管の材質・品質管理などのレベルの高さが表れている。

これに関して、異なった政策的考え方もある。英国の考え方では、漏水防止に要する費用と水を生産する費用の均衡点を基準にして、「新たに水を生産するよりも漏水防止の方に費用がかかるのであれば、漏水を放置していた方がより経済的であるという」経済合理性の範囲で対策を行うことが肝要であるという考え方（服部聡之、2011）もある。

次に、上水道分野では民営化の選択を迫られているという問題がある。

これについては、本稿では取り上げないが、水問題の将来的課題として、終章で触れることにする。

4. 高まる再利用水の必要性の認識

(1) 下水処理水の再利用率は世界的に低い

淡水が急速に逼迫化している実態を反映して、持続可能な水の確保をどのように具体化するかという課題が迫られている。それを具体化する道筋のひとつとして、再利用水の拡大策、すなわち水リサイクル (water recycle) がある。それをどのように水循環の中に取り組みでいくかというところに世界の注目が増大している。

日本の状況はどうかといえば、工業用水の再利用が牽引力としての役割を果たしてきた。

「工場及び事業場から公共用水域に排出される水の排出及び地下に浸透する水の浸透を規制するとともに、生活排水対策の実施を推進すること」を目的として作られた「水質汚濁防止法」(1970年公布)が契機となり、高度経済成長と水需要の増大、工業

用水価格の上昇、さらに、第1次オイルショック等に対応する省エネ化等の社会情勢を背景として、省水化の取り組みが企業の自主的な取り組みとして進展した。

この結果、工場事業所内(従業員数30名以上)の水の回収率は、2010年で79.6%(全国平均)を記録している(注4)。

2000年9月にニューヨークで開催された国連ミレニアム・サミットで採択された国連ミレニアム宣言を基にまとめられた「ミレニアム開発目標」(Millennium Development Goals: MDGs)は、開発分野における国際社会共通の目標で、2015年までに達成すべき8つの目標を掲げた。この中に、目標7として、「環境の持続可能性確保」が謳われており、そこで、「安全な飲料水と基礎的な衛生設備を継続的に利用できない人々の割合を半減させる」目標が掲げられている。その実現化にはまだ道のりが遠いが、水リサイクルの重要性を認識させ、その促進を促す契機となった。

さらに、第3回世界水フォーラム閣僚宣言(2003年3月:京都)では、14項目に、「我々は、海水の淡水化、

水のリサイクル、ウォーターハーベスト（雨水利用：筆者注）等の革新的で環境にとって健全な技術を推進することにより、非在来型の水資源を開発し導入するべく努力する。」ということが謳われた。

下水処理水の再利用率は、米国約6%、イスラエル約83%、スペイン約12%、イタリア約7%、日本約1.4%とまだまだ少ない^(注5)。技術革新が目覚ましく、世界においても、必要性の認識が高まっており、再利用分野での水ビジネスの拡大は大きい。

（2）シンガポールの事例

国別でみた再利用水の実施例として、シンガポールを挙げてみたい。

シンガポールは、国土面積716平方km（ほぼ東京23区に相当）、人口540万人と規模では小国であるが、2012年の一人当たり名目GDPは51,162ドル（ジェトロ調べ）に達し、金融・交通・流通面でのハブ的存在価値を高めている先進的国家である。

このシンガポールがこれまで抱えてきた一つの弱みが水の確保であった。マレーシアのジョホール州に水

源を頼らざるを得ないシンガポールは、すでに、1927年、シンガポール市委員会とジョホール州およびジョホール州スルタン（君主）との間で、「水に関する協定」（シンガポールへの原水の提供と、ジョホール州への水道水の提供の双務契約）を結んでいた。そして、1961年にジョホール州とシンガポールの間に、1927年協定に代わる新条約が締結され、翌年の1962年、再度、協定が結ばれ、99年後の2061年を契約期限とする新協定が結ばれた。さらに、1990年に、マレーシア政府の保証による新協定が結ばれた。

シンガポールの水問題はこうした歴史を経て経過してきたが、マレーシア側との価格交渉が幾度も難航し、シンガポールは水確保に関する新たな国策を講ずることとなった。

現在、シンガポールにおける水供給の調達源は、①貯水池、②隣国マレーシアからの輸入水、③下水再利用「NEWater」（ニューウォーター）、④海水淡水化となっており、これらは、「4つの蛇口」（Four National Taps）と呼ばれている。この中のうち、再利用水の徹底化を目的とするシンガ

ポールの「NEWater」政策が注目される。

シンガポールが水の総合基本計画を打ち出したのは 1972 年にさかのぼり、PUB (Singapore's national water agency) が 1974 年に再利用水のパイロットプラントを NEWater プラントの先駆けとして建設した。

現在、PUB によれば、シンガポールには最新技術を導入した NEWater プラントが 4 施設あり、シンガポールが必要とする水の 30%を提供していて、2060 年までに同国の水総需要の 50~55%を再利用水で供給する予定である。

ここまでの道のりでは、30 年の歴史と 10 万回以上の科学的テストを繰り返し、WHO (世界保健機関) の基準を超える浄水のリサイクルを達成するまでになった。

5. 期待高まる海水淡水化

地球上の水の 97.5%は塩水である。すなわち、そのほとんどを占める海水を淡水化できれば、多量の淡水が確保できることから、海水淡水化に対する将来性に、近年、期待が高ま

っている。

海水淡水化とは、海水から塩分を取り除いて淡水にする処理プロセスである。海水淡水化を大きく分けると、「蒸発法」と「逆浸透膜 (RO 膜) 法」に集約される。蒸発法は種々の方法があるが、単純化していえば、海水を蒸発させた後に蒸気を冷却・凝縮させて淡水を得る方法である。逆浸透膜法は、海水を蒸発させずに、高圧の海水を特殊な逆浸透膜 (RO 膜) (注 6) に通すことにより、塩分を除去して淡水を取り出す方式である。

蒸発法は大量の造水生産施設が可能であり、エネルギー資源に余裕のあるサウジアラビアをはじめとする中東地域では主流であるが、蒸発法に比較して電力消費量の少ない逆浸透膜法 (一般的に、蒸発法の約 3 分の 1 のエネルギー消費といわれる) が現在では主流となってきている。

逆浸透膜法は「1974 年、Polymetrics 社がデュポン社の B10 を使って、バーミューダ (Bermuda) で試運転を開始したことが、世界初の逆浸透膜技術による海水淡水化装置」(岩堀博、2011) とされている。

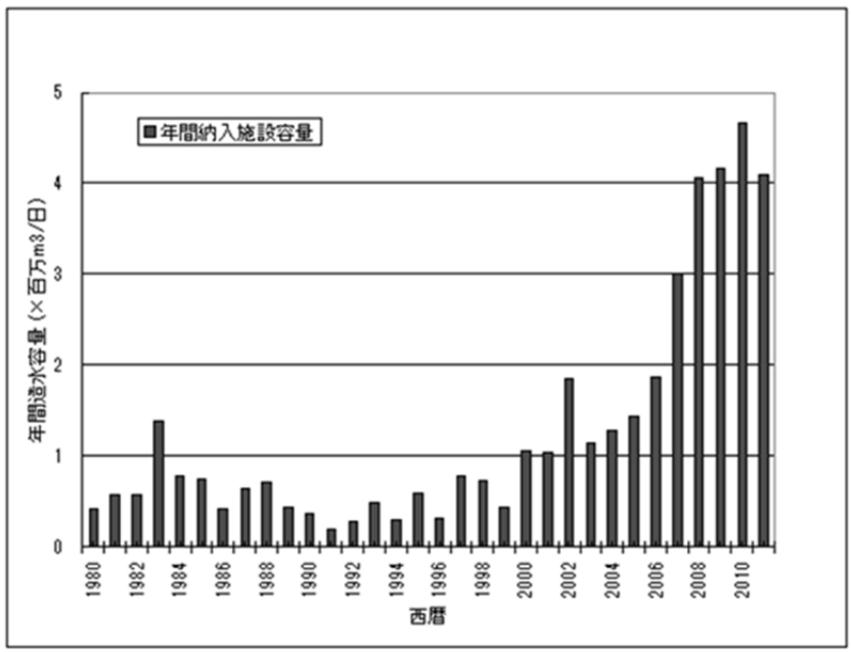
海水淡水化装置そのものは、40 年

以前から開発、試行されていたが、図4が示すように、実行ベースでは2000年代になってから急速に拡大している。

海水淡水化の課題は、いずれの方式であれ、多量のエネルギーを必要とすることが最大の課題といつてよい。そのほか、海水淡水化は、高濃度の塩分を含む海水を放流した場合

の環境に与える影響や、ハイテクの浸透膜が目詰まりを起こさせないようにするための施設費、運営費等のコストがかかること、施設によっては、RO膜の品質維持に要するバイオファウリング剤（微生物による汚れを除去するための化学物質）等の化学品の放流も課題であるとされている。

図4 世界の海水淡水化の推移



出所：一般財団法人「造水促進センター」ホームページより転載

福岡市にある「海の中道奈多海水淡水化センター」(愛称:まみずピア)は RO 膜を使った海水淡水化センターで、総工費約 408 億円をかけ、2005 年 3 月に竣工、6 月に供用開始(生活用水として配水)した。同センターの生産水量は最大 5 万トン/日で、現在のところ、日本最大の海水淡水化施設である。同センターは、従来、異常渇水を経験してきた福岡市はじめ 6 市 7 町 1 企業団・1 事務組合によって構成される「福岡地区水道企業団」によって建設された施設で、玄界灘と博多湾にはさまれた半島部分に立地している。

同センターは様々な先進的技術と環境に配慮した工夫を施しており、今後の海水淡水化施設の方向を示している一つの見本に値すると思われる。同センターは海面(玄界灘)から直接取水せず、水深 11 メートルの海底の砂の下から取水する「浸透取水方式」を取っており、海底の砂を濾過装置として活用し、設備への負荷を少なくしている。さらに、海水中の微粒子や微生物等による RO 膜設備の目詰まりを減少させるための前処理として、UF 膜(限外濾過膜)

による処理を施す施設を備えていて、RO 膜の品質維持に要する化学成分の投与を不要にしている。

生産した真水はミネラル分や味を通常の水道水に近づけるため、浄水場のミネラル分を含んだ水道水とブレンドされ配水されている。また、濃縮海水はそのまま放流せず、近くの下水排水処理場で浄化した処理水と混合し、塩分濃度を下げたうえ、使用した消毒剤の塩素分も消去して博多湾に放流している。玄界灘から取水したものを博多湾に放流する理由は、澱みやすい湾内の海水の流れをより活発にするための措置である。

課題の電力は再生エネルギーの活用が望ましいが、具体化には、コスト面で今のところ難しいというのが実情である。

海水淡水化は以上の課題もあるが、気候変動による異常渇水、地下水の過剰汲み上げ、河川・湖沼の汚染化に加え、淡水に対する需要の増大を考慮すると、安定的な大量の海水資源の活用は必然性を持っているといっているのではなかろうか。この前提が正しいとすれば、今後、より効率的な海水淡水化技術の促進により、

海水淡水化が拡大していく方向にあることは確実であろう。

6. 水ビジネスの世界的共通課題 — 民営化をめぐる動き

水ビジネスの将来性は極めて大きく、それに関係する産業分野は広範囲に及ぶ。ナノテクノロジー、濾過膜（精密濾過膜、限外濾過膜、ナノ濾過膜、逆浸透膜）、配管、配管の材質、ポンプ、メーター、省エネ、節水、浄水、投与化学薬品、ロボット、プラントエンジニアリング等水に関連する技術分野は極めて多岐に亘る。そして、プラントを経営管理し、運営するノウハウもこれに加わるので、水ビジネスの分野は実に多様である。

世界の投資マネーが水関連株に注目し、ウォーター・ファンドが急成長を遂げたのは、水関連企業の巨大な将来利益が見込まれているからである。

水事業の民営化が世界の主流となりつつある中であって、世界の水メジャーを中心に、世界における水ビジネスの展開は、日本企業の参加も含めて大きな動きを見せていくこと

になろう。

しかし、一方では、ボリビアのコチャバンバ水紛争（1999～2000年）^(注7)にみられるように、水事業の民営化にはクリアすべき課題が残されている。

まず、水事業の公営化をなぜ民営化にするかという理由は、「市場による競争原理が働かない地域独占は、経営効率の低下を招き、国や地域の財政赤字を生む要因となる」ということが最大の論拠であり、官から民へという構造改革が世界の主流となっていることが背景となっている。また、発展途上国のように、国家の資金力が乏しい国では、ODAだけでは巨額の投資資金を必要とする水事業を到底賄いきれないという事情もある。

一方、民営化反対の理由としては、「水の商品化は貧困層の水アクセスを悪化させる。そして民営化は競争原理とは逆に一企業による独占化が進み、水道料金の値上げによる消費者負担を増加させている。」というものが主な論拠である。

この対立の根底に、そもそも水とは何かという問題がある。即ち、水

は市場原理に組み込まれた「経済財」と見なすのか、市場原理が働くままに左右されてはならない「公共財」と見なすのか、という問題である。

世界の水関連施設の整備には巨額の資金と高度の技術が要求される。十分な資本と技術を有する民間企業の導入を考慮に入れなければ、実質的な水問題の解決は図れない。そこに、水という財の特殊性を配慮した様々な制度的枠組みが導入され、私企業の貢献を十分生かしつつ、2025年までに、約28億人が水不足や安定的に水を利用できない「水ストレス」に直面すると予測されている状況を克服しなければ、世界の政治・経済の安定化は望めない。

「水と衛生に対する人権（The human right to water and sanitation）」についての決議案が国連総会に提出され2010年7月に賛成多数で採択された。欧米諸国・日本・韓国・オーストラリアなどの先進国を中心に41カ国が棄権に回ったが、「生命および全ての人権の完全な享受のために必要不可欠である人権として安全且つ清潔な飲料水と衛生に対する権利を認めた」国連決議案が採択され

た。この決議は、拘束力はないが、今後の世界の水問題を先取りしたものと考えてよい。

水は、人間の日々の生存にはもちろんのこと、経済活動に不可欠なものであるがゆえに、政治性を帯び、問題を複雑かつ困難なものにしている。水ビジネスの基本的な課題が国際機関、国家間、各国政府それぞれにおいて論議され、民間企業の活動が公益と私益のバランスの上で最大限貢献できる基盤が担保されてこそ、真の意味で、大きな水ビジネスの将来性が約束されているといえるだろう。

（注1）「産業競争力懇談会」（COCN）は、国の持続的発展の基盤となる産業競争力を高めるため、科学技術政策、産業政策などの諸施策や官民の役割分担を、産官学協力のもと合同検討により政策提言としてとりまとめ、関連機関への働きかけを行い、実現を図る活動を行っている。

（注2）『世界の水問題への日本の取組』、「立法と調査」332号、参議院調査室、松井一彦、2012年9月、pp.114

（注3）『業務指標（PI）値一覧表』平成23

年度公表分、日本水道協会

(注4) 『日本の水資源：平成25年版』国土交通省水管理・国土保全局水資源部、2013年8月、pp.74

(注5) 『下水処理水の再利用のあり方を考える懇談会報告書』、国土交通省、平成21年4月、pp.5

(注6) RO膜は Reverse Osmosis Membrane といわれ、真水は通すが塩分は通さない特殊な性質を持つ「半透膜」のことをいう

(注7) ポリビア政府は、1999年、世銀の指導によって、ポリビア第3の都市コチャバンバの上下水道民営化実施に踏み切ったが、水道料金の値上げをめぐって、反民営化抗議行動が起こり、2000年には全国的な内戦状態までになった。政府は、民営化の契約を破棄し、地域の管理下に置くことを決定せざるを得なくなった。

引用文献・参考文献（順不同）

（引用文献）

1. 『「水」戦争の世紀』モード・バーロウ、トニー・クラーク、鈴木主税訳、集英社新書、2003年1月
2. 『Asian Water Development Outlook 2013』ADB (Asian Development Bank),

Website

3. 『逆浸透膜の世界市場展開と技術開発の歩みおよび都市域循環圏での新規水資源開発』岩堀 博、日東電工株式会社メンブレン事業部、「革新的 CO2 膜分離技術シンポジウム」、2011年11月4日におけるプレゼンテーションより。
4. 『水ビジネス戦略とビジョン』服部聡之、丸善出版、2011年4月
5. 『シンガポールの政策』（2012年改訂版）上下水道政策編、財団法人自治体国際化協会（シンガポール事務所）
6. Naked-EyeView (NeV), Malaysia, Website
7. PUB (Singapore's national water agency), Singapore Government, Website
8. 『世界の水問題への日本の取組』、「立法と調査」332号、参議院調査室、松井一彦、平成24年9月
9. 『日本の水資源：平成25年版』国土交通省水管理・国土保全局水資源部、2013年8月
10. 『下水処理水の再利用のあり方を考える懇談会報告書』、新たな社会的意義を踏まえた再生水利用の促進に向けて（案）、国土交通省、平成21年4月
11. 『水ビジネスの国際展開に向けた課題と具体的方策』水ビジネス国際展開研究会、2010年4月

12. 『第3回世界水フォーラムの成果』大原淳子、最新開発援助動向レポート No.7、FASID (国際開発研究センター：現国際開発機構)、2003年4月
13. 『世界の水問題とNGO』長坂寿之、季刊国際貿易と投資 No.52、2003年
14. 『よくわかる水リサイクル技術』藤江幸一【編著】、オーム社、2012年10月
15. 『ウォータービジネス』モード・パロウ、佐久間智子訳、作品社、2008年12月
16. 『水が世界を支配する』スティーブン・ソロモン、矢野真知子訳、集英社、2011年7月
17. 『水ビジネスの現状と展望』服部聡之、丸善出版、2010年4月
18. 『BLUE FUTURE』MAUDE BARLOW, THE NEW PRESS, 2013年

(参考文献)